



Sveriges lantbruksuniversitet

Hortikultur

Examensarbete inom Hortonomprogrammet, i ämnet trädgårdsvetenskap

Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten

# **Äppelpressmassa i Sydsverige - nuvarande användningsområden och möjligheter till nya produkter**

Apple pomace in Southern Sweden, current uses and potential  
for new products

*Elena Jönsson*

Alnarp 2010



SLU, Sveriges lantbruksuniversitet  
Hortikultur  
Examensarbete inom Hortonomprogrammet, i ämnet trädgårdsvetenskap  
LTJ-fakulteten

***Titel: Äppelpressmassa i Sydsverige -nuvarande  
användningsområden och möjligheter till nya produkter***

*Apple pomace in Southern Sweden, current uses and potential for  
new products*

***Författare: Elena Jönsson***

**Handledare:** Marie Olsson, SLU, Område Hortikultur

**Examinator:** Salla Marttila, SLU, Område  
Växtskyddsbiologi

**Omfattning:** 30 hp

**Nivå och fördjupning:** Avancerad E (A2E)

**Kurstitel:** Examensarbete inom Hortonomprogrammet, i ämnet trädgårdsvetenskap

**Kurskod:** EX0454

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** 2010

**Serienamn:** Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten.

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** pressmassa, äppelmusttillverkning, enzymatisk brunfärgning, ensilering,  
brödbakning

## Abstract

Pomace is the solid remains (i.e. stems, pulp, seeds, and skins) after pressing for juice. The annual production of apple pomace is 593 000 ton worldwide. Its field of application depends on local conditions. In order to investigate the field of application of apple pomace in the Southern Sweden, six persons on companies with production of apple juice were interviewed. The area of usage of apple pomace in these six companies was 75% as cattle feed and 25% as feed for wild animals in the forest. Their opinion was that it is no problem to get rid of the apple pomace, but some of them would like to find applications with better profits. One of the ideas is to dry the apple pomace for usage as dry feed for cattle, horses and pets during the whole year around. However, drying apple pomace demands large quantities of energy. An alternative way to feed cattle all the year around would be to store the apple pomace as ensilage. This is a sensitive process that demands correct storage and qualified performance in order to protect the apple pomace as suitable feed for cattle. If it is well processed and mixed with other food the resulting milk can be even of better quality than before, as the SNF-content (SNF=Solid Non Fat) increases.

Another possibility to use the apple pomace is to use it as an ingredient in bread baking. Here, the handling of the apple pomace is of great importance in order to achieve a good result. In this master thesis, this was tested by oxidizing the apple component at varying times before baking. The brownish discoloration of white bread is shown and explained. If the apple pomace is added before it is getting brown though, the resulting bread is well tastes. In order to make the process less sensitive to oxidation a possibility would be to bake dark bread instead of white. In dark bread the discolored components are not so obvious. Dark bread with 5-10% additives of apple pomace is juicier and prolongs the feeling of satisfaction. A difficulty with the dark bread compared with the white bread is to make it grow high and achieve the same height as when no apple pomace is added. In conclusion, it can be an interesting option to bake bread with up to 10% of apple pomace due to its nutritive food value and higher content of slow fibers that prolonger the feeling of satiety.

## Sammanfattning

Äppelpressmassa är de fasta rester som blir över då man pressar äpple för att framställa t.ex. äppeljuice. Det produceras årligen 593000 ton äppelpressmassa världen över. Vad man använder detta till eller hur man gör sig av med det varierar med de lokala förutsättningarna. För att få en bild av äppelpressmassans användningsområde i Sydsverige kontaktades sex musterier i Skåne och på Gotland. För dessa sex musterier används 75% av pressmassan som djurfoder till huvudsakligen kor, och 25% som foder åt vilda djur. Den totala mängden äppelpressmassa som produceras årligen är cirka 500 ton. Huvuddelen av musterierna upplever inte att det är något problem att göra sig av med pressmassan, men det finns en del funderingar på att torka den för att kunna använda den som foder åt kor, hästar, samt till mindre djur året runt. För att torka pressmassa åtgår det dock stora mängder energi. Ett alternativ är att ensilera pressmassan, vilket sparar stora mängder energi jämfört med att torka den. Ensilering är en känslig process som kräver noggrant handhavande för att tillvarata pressmassans goda egenskaper som djurfoder. Pressmassan har en positiv effekt på mjölkens SNF-halt (SNF = Solid Non Fat).

En annan möjlighet att utnyttja pressmassa är att använda det som tillsats vid brödbakning. Här är hanteringen av pressmassa av stor betydelse för att få ett bra resultat. I detta arbete exemplifierades detta genom att jämföra olika sorters bröd som bakats med äppeltillsatser som oxiderats i luft under olika lång tid. Den så kallade enzymatiska brunfärgningen av äpple som exponerats i luft gör att det kan kvarstå brunaktiga partier i ljust bröd om detta bakades med oxiderade rårivna äpplen. Då man däremot tillsatte äppelmassan till degen innan den hann oxideras märkte man inte någon färgskillnad i brödsnivorna jämfört med om man inte tillsatte äppelmassa i degen. För att göra processen mindre känslig för oxidation kan man välja att baka rågröd istället för ljust bröd, som har hög andel vetemjöl. I det mörka rågrödet syns inte nyanserna orsakade av äpplets brunfärgning jämfört med det ljusa brödet. Rågrödet som bakades med tillsats av äppelpressmassa blev saftigare och gav en bestående mättnadskänsla. En svårighet med rågrödet jämfört med ljust brödet är dock att det var svårare att få brödet att jäsa upp och få samma höjd som då man inte tillsatte äppelmassa. Sammantaget är tillsats av äppelpressmassa en intressant möjlighet eftersom bröd med äppeltillsatser får ett bredare näringsinnehåll och en större andel långsamma fibrer som ger en förlängd mättnadskänsla.

## Förord

Man skulle kunna påstå att Skåne är Sveriges äppellund. Av 22150 ton producerade äpplen i Sverige kommer hela 19737 ton eller 89 % från Skåne. Näst efter Skåne produceras det cirka 1000 ton i Jönköpings län, och så gott som hela Sveriges äppelproduktion kommer från södra Sverige. Sett i ett sydsvenskt perspektiv är äpple alltså en lokalt producerad frukt, vilket ju ligger i tiden bl.a. med tanke på miljö och hälsa. Äpple är en god frukt, som dessutom är ytterst nyttig. Uttrycket ”an apple a day keeps the doctor away” är inte obefogat då äpple innehåller en rad vitaminer och antioxidanter som bl.a. har en rad positiva effekter för hälsan.

En del av äpplena går till musterier där de pressas till äppeljuice eller äppelmust. Våra lokala (relativt små) musterier i Sydsverige producerar äppelmust av högsta kvalitet. Biprodukten som då blir kvar benämnes äppelpressmassa. Det är ett önskemål från musteriernas sida att få bra avkastning även från denna biprodukt. Samtidigt är det svårt för små och medelstora musterier att få tid till att sätta sig in i de möjligheter och vad de olika alternativa biprodukterna skulle innebära just för dem.

Grunden till detta examensarbete är bl.a. att ge en introduktion till vilka möjligheter som står till buds för Sydsvenska musterier och angränsande företag som skulle kunna vara delaktiga i utvecklingen av nya eller mer förädlade biprodukter från äppelpressmassa.

Denna uppsats är skriven inom kursen ” Examensarbete inom Hortonomprogrammet, i ämnet trädgårdsvetenskap” vid SLU, Sveriges Lantbruksuniversitet i Alnarp, och ger 30 högskolepoäng.

Gantofta, 2010

Elena Jönsson

## Innehåll

|   |    |
|---|----|
| Abstract .....  | 3  |
| Sammanfattning.....   | 4  |
| Förord .....  | 5  |
| 1. Inledning .....  | 8  |
| 1.1. Bakgrund .....   | 8  |
| 1.2. Problemformulering .....   | 8  |
| 1.3. Avgränsning.....   | 8  |
| 2. Material och metoder .....   | 9  |
| 2.1. Intervjuer med musterier .....   | 9  |
| 2.1.1. Frågeställning .....   | 9  |
| 2.1.2. Arbetsmetod.....   | 9  |
| 2.1.3. Intervjuer med bagerier .....  | 10 |
| 2.2. Försök med äpple i brödet .....  | 10 |
| 2.2.1. Försök med äpple i bröd, material och metoder .....                    | 10 |
| 3. Litteraturstudie .....   | 11 |
| 3.1. Beskrivning av pressmassa från äpple .....                               | 11 |
| 3.1.1. Pressmassans innehåll .....  | 11 |
| 3.1.2. Näringsämnen i pressmassan.....  | 12 |
| 3.1.3. Betydelsen av pressmassans naturliga pH-värde.....                     | 13 |
| 3.1.4 Kvalitetsvariationer hos pressmassan.....                               | 14 |
| 3.1.5. Den enzymatiska brunfärgningen.....                                    | 14 |
| 3.2. Produkter från pressmassa.....   | 15 |
| 3.2.1. Äppelmassa i livsmedel.....  | 16 |
| 3.2.2. Äppelpressmassa som djurfoder.....                                     | 17 |
| 3.2.3. Ensilerat djurfoder.....   | 17 |
| 4. Praktisk del: intervjuer samt försök med äpple i bröd.....                 | 20 |
| 4.1. Intervjuer med musterier .....   | 20 |
| 4.1.1. Frågeställning .....   | 20 |
| 4.1.2. Resultat .....   | 20 |
| 4.2. Användning av äpple i bröd .....   | 21 |
| 4.2.1. Resultat, intervjuer .....   | 21 |
| 4.2.2. Försök med äpple i bröd.....   | 22 |
| 4.2.3. Försök med äpple i bröd, resultat – brunfärgning av Jona Gold och Gala |    |
| Must  | 24 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>4.2.4. Resultat – ljust bröd .....</b>                           | <b>25</b> |
| <b>4.2.5. Resultat – rågbröd.....</b>                               | <b>26</b> |
| <b>5. Diskussion.....</b>   | <b>27</b> |
| <b>5.1. Lämpliga biprodukter från pressmassa i Sydsverige .....</b> | <b>27</b> |
| <b>5.2. Pressmassa i livsmedelsproduktion .....</b>                 | <b>28</b> |
| <b>5.3. Ensilerad pressmassa som djurfoder .....</b>                | <b>28</b> |
| <b>5.4. Pressmassa som torkat djurfoder .....</b>                   | <b>29</b> |
| <b>6. Slutsatser .....</b>  | <b>29</b> |
| <b>7. Referenser .....</b>  | <b>30</b> |
| <b>Bilagor .....</b>  | <b>33</b> |

# 1. Inledning

## 1.1. Bakgrund

Försäljningen av frukt- och grönsaksjuicer, saft, läskedrycker och mineralvatten per capita ökade med 35% från år 2000 till år 2008 i Sverige räknat på löpande priser (SCB, 2008). Eftersom prisökningen endast bidrog med 3,3% av försäljningsökningen innebär det att konsumtionen av dessa drycker räknat i volym ökade med över 30% per capita. Med en befolkning som ökade med fyra procent under samma tidsperiod innebär det att producenterna måste totalt öka sin produktion med nära 35%. Om man tittar på äppeljuiceproduktionen världen över producerades cirka 1,1 miljoner ton under tidsperioden juli 2003-juni 2004, och den ökade till 1,3 miljoner ton under det efterföljande året d.v.s. produktionsperioden från juli 2004 till juni 2005 (FAS/USDA, 2005). Tendensen är densamma överallt. Det pressas mer och mer juice. Ungefär 30% av världens äppelproduktion används till förädlade produkter som till exempel juice, cider och must. Då äpplena pressas lämnas rester av fruktkött, skal, kärnor och stjälkar kvar. Dessa pressrester deponeras som biologiskt avfall, såvida man inte kan använda dem till en biprodukt.

Några kända exempel på biprodukter man kan förädla från pressrester är äppelvinäger, djurfoder, torkade produkter, samt utgångsmassa för produktion av citronsyra eller pektin. Vilka praktiska förutsättningar har den enskilde äppelproducenten att tillverka en biprodukt från restavfallet? Den praktiska delen av den här delen av arbetet behandlar möjligheten att använda pressmassan vid brödbakning.

## 1.2. Problemformulering

Detta arbete ska ge svar på följande frågor:

- Hur mycket pressmassa produceras det årligen i södra Sverige?
- Är pressmassan ett problem eller en tillgång för de sydsvenska musteriererna?
- Har pressmassan någon utvecklingspotential enligt de sydsvenska musteriererna?
- Vilka specifika, givna förutsättningar har man i Sydsverige som kan göra vissa biprodukter speciellt intressanta just här?

Målet är att undersöka vad som görs av pressmassan på sydsvenska musterier, samt att titta närmare på några alternativ till nya produkter. Syftet är att skapa underlag för äppelmusttillverkarna för att fundera på alternativa möjligheter att använda pressmassan från musttillverkning.

## 1.3. Avgränsning

Begränsningen i projektet är att det inte syftar till att analysera alla alternativ och möjligheter till vad man kan göra med pressmassan i de sydsvenska musteriererna. Endast de metoder som verkat mest ekonomisk lovande ges med en fördjupad analys, medan de övriga nämns kortfattat.



## 2. Material och metoder

Arbetet är genomfört som en litteraturstudie med praktiska inslag. Som studiematerial användes internationellt godkända vetenskapliga artiklar och böcker för att i stor utsträckning utgå från aktuellt material. SLU databaser har varit det huvudsakliga verktyget för att hitta källor i litteraturstudien.

Litteraturstudien gjordes parallellt med genomförandet av intervjuer. Företagarnas svar påverkade inriktningen på den fördjupade litteraturstudien. I nästa steg efter genomförda intervjuer gjordes en djupare litteraturstudie angående specifika områden för pressmassans användning.

### 2.1. Intervjuer med musterier

#### 2.1.1. Frågeställning

I intervjuer med äppelmusttillverkare togs frågor om pressmassan upp. För att undersöka möjligheter för hantering av pressmassan behöver man kartlägga dels pressmassans mängd och dels form av bearbetning som krävs för en viss given produkt.

För att finna svar på frågeställningar togs kontakt och bokades tid för intervju per telefon hos företag som arbetar med äppelmusttillverkning. På samma sätt genomfördes intervjuer med bagerier angående deras erfarenheter och synpunkter vad gäller äppelpressmassa som tillsats vid brödbakning och liknande applikationer.

Frågor berörde också intresset för utveckling av nya produkter från pressmassan. Kan det i så fall finnas ett intresse i att samarbeta med forskare från SLU och finns det intresse i att delta i något forskningsprojekt.

Primära frågeställningar var:

- ✓ Hur mycket pressmassa har den enskilda must/juice tillverkaren från ett års produktion?
- ✓ Vad görs av pressmassan idag?
- ✓ Är juice producenten nöjd med den befintliga lösningen för pressmassan eller upplevs det som ett problem?

Sekundära frågeställningar var:

- ✓ Vilka lösningar funderar man på för att använda pressmassan i dag? Har man testat några idéer?
- ✓ Framtida planer för användning av pressmassan?
- ✓ Finns det behov/ eller intresse av extern hjälp till problemlösningen med pressmassan?

#### 2.1.2. Arbetsmetod

För att finna svar på frågeställningar togs kontakt och bokades tid för intervju hos svenska företag som jobbar med äppelmusttillverkning. Storlek på musterierna varierade (se tabell 3).

Intervjuerna genomfördes i mars – april 2010 enligt överkommelsen med musterierna. Intervjuerna genomfördes med musteriets ägare och i några fall även med kvalitetsansvarig. Intervjuerna genomfördes enligt ovanstående frågeställningar. På slutet av intervjuerna gjordes återkoppling för att summera resultatet och kontrollera att det inte uppstod missförstånd. Alla musterierna var informerade i förväg om målet av detta examensarbete och fick frågeställningarna skickade med e-post.

För att utvärdera möjlighet till användning av pressmassan vid brödbakning genomfördes intervjuer med bagerier om intresset för att ta emot pressmassa, samt egna experiment med rivet äpple i bröd.

### **2.1.3. Intervjuer med bagerier**

För att undersöka bageriets erfarenhet med frukt i bageriprodukter genomfördes intervjuer med tre bagerier. Kontakter togs med bagerier som hade erfarenhet av frukt eller grönsaker i sina bröd.

Kvalitetsansvariga eller bagare intervjuades med frågeställningen om hur de såg på möjligheterna att använda sig av pressmassa i brödet. De var tillfrågade att beskriva sina erfarenheter av frukt/grönsaker i brödet. I vissa fall kom förklaringen till frågeställningar via mejl, då den intervjuade personen behövde mer tid på sig att samla information.

## **2.2. Försök med äpple i brödet**

### **2.2.1. Försök med äpple i bröd, material och metoder**

Experiment utfördes i två delar: en del som berör äpplemassans exponering för luften och en del om användningen av äpplemassan i brödbakning. Äpplena revs på rivjärn för att användas i båda delar av experimenten. Rivna äpple fick ersätta pressmassan på grund av att det inte fanns någon pressmassa att tillgå. I experimentet studerades hur rivna äpple från äppelsorterna Jona Gold respektive Gala Must brunfärgades då de exponerades helt obehandlade i luft vid normal rumstemperatur.

Två olika typer av bröd bakades med äpplemassan: vanligt ljust bröd bakat på vetemjöl och så kallat finsk rågbröd på surdeg. Recepten kommer från bok ”Bröd” av Hedh och Andersson. I varje variant av experimenten delades äpplemassan av rivna äpple i tre lika stora delar, av vilka en del blandades med degen med detsamma, den andra delen fick ligga och ha kontakt med luften och på så sätt oxidera i 30 minuter, medan den tredje delen fick oxidera i 60 minuter.

### 3. Litteraturstudie

#### 3.1. Beskrivning av pressmassa från äpple

Pressmassa från äpple (eng. apple pomace) är de fasta rester som blir kvar då äpplen pressas till juice, must och cider. En tredjedel av alla yrkesmässigt skördade äpplen i världen pressas för att få äppeljuice och liknande drycker. Det betyder att varje år blir det tusentals ton pressmassa i olika länder, se tabell 1 (Bhushan *et al.*, 2008).

Pressmassa har relativt hög fukthalt och den är känslig för bakterier. Det blir därför snabbt en sanitär olägenhet om den inte genast omhändertas på rätt sätt. Med allt högre miljökrav behöver man snabbt frakta bort den till kommunens depå för komposterbart avfall, vilket kan vara kostsamt. Därför försöker man oftast att ordna någon annan form av omhändertagande, helst så att man kan utnyttja pressmassan till att göra en kommersiell biprodukt. Det har utförts försök att soltorka pressmassan för att göra den mindre skrymmande. Problemet med det är att den oxideras, vilket är till nackdel vid användning som foder eller föda (Bhushan *et al.*, 2008). Pressmassan från äppeljuicetillverkning är en av de största avfallsprodukter från livsmedelindustrin (Kennedy *et al.*, 1999). Hanteringen av avfall är kostsam för tillverkaren och belastar miljön. Detta ökar intresset för olika möjligheter till användning av äppelpressmassan.

**Tabell 1.** Årlig mängd av pressmassa från äppeljuicetillverkning (Bhushan *et al.*, 2008)

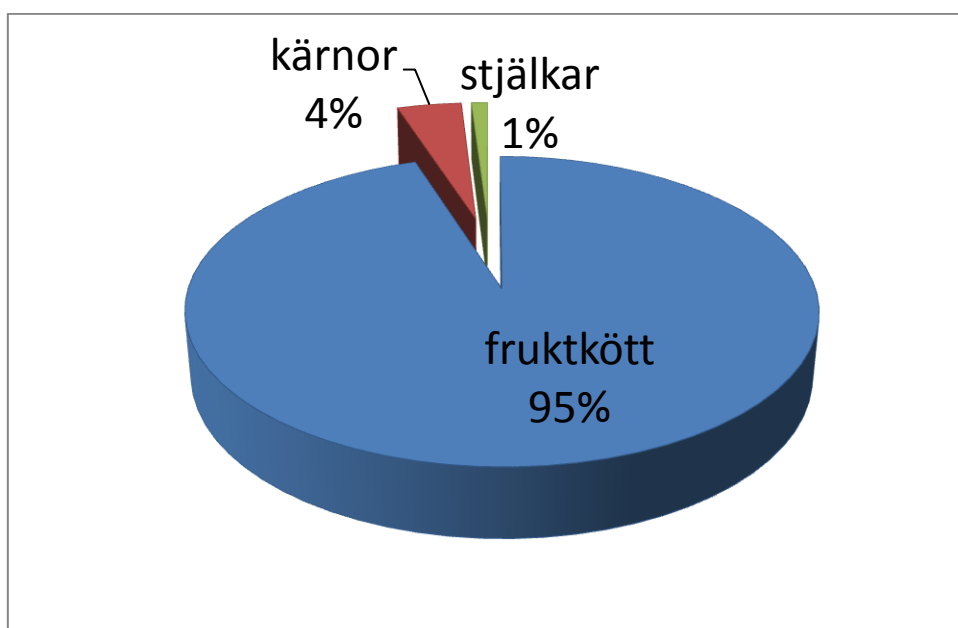
| Land        | Pressmassa<br>(tusen ton) |
|-------------|---------------------------|
| Spanien     | 20                        |
| Tyskland    | 250                       |
| Nya Zeeland | 20                        |
| Indien      | 5                         |
| Brasilien   | 14                        |
| Iran        | 97                        |
| Japan       | 160                       |
| USA         | 27                        |
| Summa       | 593                       |

##### 3.1.1. Pressmassans innehåll

Pressmassan, d.v.s. det som är kvar då juicen pressats ur, innehåller till största delen fruktkött, men även kärnhus och stjälkar. De exakta halterna kan variera beroende på äpplenas egenskaper, mognadsgrad, samt tekniken under själva pressningen (Kennedy *et al.*, 1999). Innehållet i pressmassan är följande: 95 % rester av skal och fruktkött, 2-4 % kärnor och 1 % stjälkar, se figur 1 (Bhushan *et al.*, 2008). Utförligare information om innehållet i pressmassan finns i bilaga 1. Pressmassan är inte homogen. Den innehåller skal, kärnor, rester av kärnhuset, stjälek och fruktkött. Med efterbehandling kan man separera de mjuka delarna från de andra. Det kan göras såväl innan som efter den sista extraktionen.

För att få mer must av äpplena blandas vatten i pressmassan efter första pressningen. Denna process används främst av de stora producenterna. På detta sätt får man en andra omgång pressningsjuice. Det gör att man får ut mer socker från pressmassan samt minskar antalet lösliga beståndsdelar i den slutliga pressmassan.

En del forskare påpekar att det är svårt att se fullständigt innehåll (alla komponenter) i pressmassan på grund av att forskning oftast koncentrerats på enstaka användningsområde av pressmassan (Kennedy, 1999). Den mest utförliga informationen om innehållet i pressmassan finns inom djurfoder och näringslära (Bhushan *et al.*, 2008).

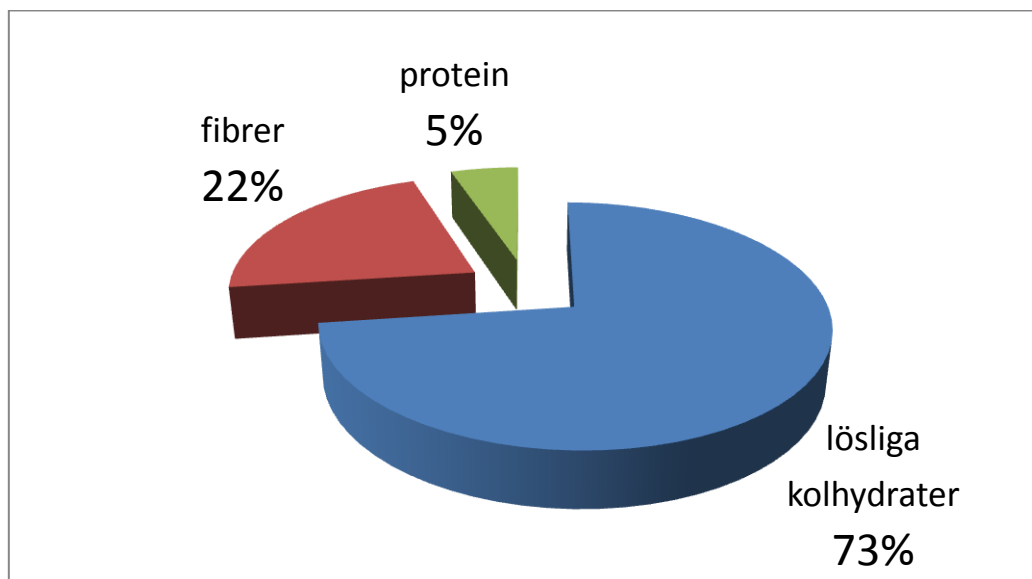


Figur 1. Innehåll i pressmassan från äppelmusttillverkning

### 3.1.2. Näringsämnen i pressmassan

Den största delen av massan är lösliga kolhydrater (70%), fibrer (21%), samt protein (5%), se figur 2 (Tiwari *et al.*, 1994). Det finns även mineraler (P, K, Mn, Ca, Mg, Fe) och vitaminer (A och C) i pressmassan. Äppelkärnor som är kvar efter pressningen innehåller 80% fettsyror; till största delen bestående av linolsyra och fettsyra (Bhushan *et al.*, 2008).

Innehållet i pressmassan påverkas av de äpplesorter och den teknik som används för att pressa eller krossa äpplen. Pressmassans innehåll av antioxidanter är undersökt i viss utsträckning (Foo, Lu, 1999; Lu, Foo, 1997, 2000; Ćetković *et al.*, 2008; Suáreza, *et al.*, 2009). Polyfenoler är ett exempel på en grupp av antioxidanter som det finns ett stort intresse för. Men frågan är hur stor andel av polyfenolerna som stannar kvar i pressmassan efter juicen pressades bort. Enligt Lu and Foo är det en stor del av polyfenoler kvar i pressmassan efter juicetillverkning och det finns potential till kommersiell användning. I denna rapport var den totala uppmätta mängden polyfenoler i pressmassan 7.24 g/kg torrsvikt (Lu, Foo, 1997).



Figur 2. Näringsämnen i pressmassan

### 3.1.3. Betydelsen av pressmassans naturliga pH-värde

Pressmassans pH-värde är 3,2 till 4,1 (Kennedy, 1999). Vid dessa låga pH-värden utvecklas bakterier långsamt. Det innebär att pressmassa med fördel kan användas i de former av livsmedelsproduktion, där ett lågt pH-värde är fördelaktigt. Ett exempel på en vanlig process där man vill ha låg bakterietillväxt är ensilering. Ensilering kan utföras på i princip två olika sätt (Pauly, 2010). Det ena är då man tillsätter myrsyra eller ättika för att minska pH-värdet ännu mer och därigenom döda alla bakterier. Det andra sättet är att inte tillsätta något, varvid man inte dödar några bakterier alls. Men genom att utföra processen med hög renhet ser man till att inga svampar eller skadliga bakterier tillkommer. Då behåller man en miljö som är gynnsam för de nyttiga bakterier, och som normalt sett finns i pressmassan. Därmed kan inte de skadliga bakterierna få utrymme att tillväxa.

Det finns även användningsområden där man inte tillsätter några kemikalier, men där man ändå tillåter pH-värdet att sjunka. Vid produktion av äppelvinäger sker en spontan oxidation som gör att pH-värdet sjunker. Men om man skall tillverka en produkt där man behöver ha mikrobiologisk tillväxt, då behöver pH justeras till 6 eller högre. Problemet är emellertid att det kostar en del att tillsätta ämnen som ökar pH-värdet, vilket påverkar lönsamheten negativt.

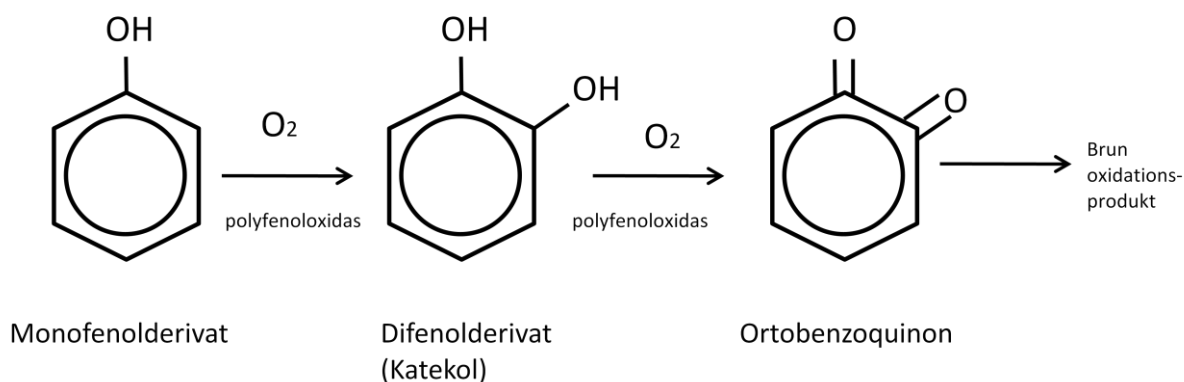
### 3.1.4 Kvalitetsvariationer hos pressmassan

Äpplenas kvalitet är avgörande för kvalitén och innehållet av musten och pressmassan. Till exempel mognadsgraden av äpplena påverkar mängden av lösligt pektin som i sin tur påverkar råvarans fysiska egenskaper och därmed juicen. Det gör det svårare att pressa juice på det ordinarie sättet (Kennedy, 1999).

Producenter av äpplejuice vill ha största möjliga mängd juice från råvaran äpple, vilket gör att en del musterier blandar i vatten i pressmassan och pressar den en andra gång, vilket kan försämra pressmassans kvalitet. Samtidigt försöker man minimera pressning av alla oönskade komponenter som kan påverka i juicekvalité negativt, varför man försöker sortera bort dålig frukt innan pressningen.

### 3.1.5. Den enzymatiska brunfärgningen

Brunfärgningen av äpple beror på att fenolämnena i fruktköttet oxideras i flera steg: från monofenolderivat till difenolderivat, som sedan oxideras till ortobenzoquinon, se figur 3 nedan. Då det gula ämnet ortobenzoquinon oxideras bildas den bruna slutprodukten melanin. För att reaktionen skall kunna äga rum fordras närvaro av enzymet polyfenoloxidas, syre, koppar och difenolerna som finns i äpplet. Det är samma reaktion som förekommer i andra frukter som t.ex. päron, aprikoser, bananer och även rotfrukter, som t.ex. potatis (Stoker, 2007). Olika äppelsorter brunfärgas olika fort beroende på hur mycket enzym och hur stor mängd polyfenoler de innehåller.



Figur 3. Kemisk reaktion vid enzymatisk brunfärgning (Stoker, 2007).

För att förhindra enzymatisk brunfärgning kan man motverka enzymet polyfenoloxidas funktion genom att t.ex. sänka pH-värdet, eller tillsätta reducerande ämnen. Genom att tillsätta ett reducerande ämne (antioxidant) som t.ex. askorbinsyra (C-vitamin), stoppar detta oxidationen helt och hållet. Ett annat sätt att motverka oxidationen är att nedsätta enzymets aktivitet. Enzymet polyfenoloxidas fungerar långsamt i syrliga miljöer, vilket kan uppnås genom tillsatts av citronsyra. Då pH-värdet är mindre än tre avstannar all aktivitet. Även genom att öka salthalten till över 0,1% kan enzymaktiviteten fås att avstanna. Salt eller ändrat pH behöver dock inte förstöra enzymet för gott, utan enzymaktiviteten kan bli normal igen om salthalten eller pH återställs.

Man kan även fördröja brunfärgningen genom lägre temperatur. Ju lägre temperatur desto lägre enzymaktivitet. Upphettnings till så höga temperaturer som 90-95 °C under några sekunder förstör enzymet polyfenoloxidas helt, men nackdelen är då att även nyttiga vitaminer i äppelpressmassan förstörs. Det går även att förstöra enzymet om man tillför tungmetaller (t.ex. bly), halogener, sulfiter och cyanider. Tungmetaller och cyanider kan inte användas i livsmedel på grund av sin toxicitet. Däremot kan halogensalter, askorbinsyra och sulfiter tillsättas i olika omfattning (Furia, 1980).

Man kan även förhindra brunfärgningen genom att helt enkelt ta bort syret. Denna metod utnyttjas i livsmedelsindustrin då man förpackar maten i vakuum. Inom jordbruket försöker man minimera syretillförseln då man ensilerat djurfodret (Pauly, 2010).

Oxidering och färgändring följs av mikrobiologisk tillväxt och påverkar kvalitet av äppleprodukter. Samma gäller pressmassan. Den oxideras, färgen ändras samt mikrobiologisk tillväxt äger rum i pressmassan.

Intresset till ämnet brunfärgningen kan förklaras med större efterfrågan på fräsch frukt och ökad försäljning av uppskurna frukter. Konsumenternas ökade intresse till att köpa vitaminrik mat (frukt) och ovilja att avsätta tid på att skala och skära frukt höjer krav på tillgång till fina uppskurna frukter. För att förhindra oxidering och brunfärgning vakuumförpackas frukterna.

### 3.2. Produkter från pressmassa

Möjligheterna till användning av pressmassan diskuterades redan i början i av förra seklet. År 1902 genomförde Hills försök att använda äppelpressmassan som djurfoder (Linskens, Jackson, 1999) . Den stora vågen av litteratur om möjligheter till användning av pressmassan kommer efter 1971, med kulmen i slutet på 1980-talet. Det är fortfarande ett område där man genom forskning försöker hitta olika lösningar för pressmassan. De högstvärderade delarna såsom kärnolja och aromämnen är representerade i väldigt liten mängd i pressmassan.

En del forskare (Hui, *et al.*, 2006) vill inte rekommendera pressmassan som foder på grund av ett lågt proteininnehåll och en ojämnh tillgänglighet under året. Samma författare (Hui, *et al.*, 2006) föreslår istället andra möjligheter att utnyttja pressmassan till kommersiella produkter. Andra exempel på möjligheter till användning av pressmassan ges i följande referenser: Jarvis, 1960; Hang, 1987; Downing, 1989; Carson, *et al.*, 1994; Kennedy, 1994; Kennedy, *et al.*, 1999; ; Masoodi *et al.*, 2002; Hui, *et al.*, 2006; Bhushan, Joshi, 2006; Joshi, 2006; ; Masoodi *et al.*, 2007; Dong Guo-qing *et al.*, 2008; Joshi, Sharma, 2009; Seker, 2009; Solieri, Guidici, 2009; Zhang JuShang, 2009. De olika användningsområdena sammanfattas i tabell 2.

Man kan dela problematiken med användning av pressmassan i två kategorier. Den ena är minimering av avfall (waste minimisation). Hit hör produktion av djurfoder, energiutvinning och kompostering. Den andra kategorin är att åstadkomma en ny produkt med högre värde, till exempel aromämnen, pektin etc. (Kennedy, *et al.*, 1999). I vissa fall hamnar det i båda

kolumnerna, t.ex. om man först använder pressmassan i vinproduktion, sedan utvinner man biogas, för att slutligen kompostera de sista resterna.

**Tabell 2. Användningsområden för pressmassan**

| Minimering av avfall                                 | Helt ny produkt                                     |
|--|---|
| Djurfoder  | Vinproduktion                                       |
| Torkning   | Omgjorda fruktbitar                                 |
| Inkludera i människoföda, oförändrat eller förändrat | Pektinproduktion                                    |
| Kompostering, jordförbättring                        | Citronsyraproduktion via fermentering               |
| Utvinna energi                                       | Enzymproduktion<br>t.ex. pektinas, polygalakturonas |
| Metan, biogas produktion från avfall                 | Vinägerproduktion                                   |
| Butanolproduktion via fermentering                   | Äppelkärnolja                                       |
| Etanolproduktion via fermentering                    | Kolhydratresurs för brödjästproduktion              |

Den mikrobiologiska statusen på pressmassan är en av de viktigaste begränsade faktorerna för vidareförädling av massan. Massan som är kvar efter äppelmustpressning måste hanteras samma dag, snabbast möjligt som det produceras. Det ställer höga krav på producenten och är en av begränsningarna för pressmassans användning.

### 3.2.1. Äppelmassa i livsmedel

I Sverige och övriga industriländer som har en hög andel stillasittande befolkning finns det en stor efterfrågan på fiberrik mat. Dieter rika på frukt och grönsaker minskar risken för utveckling av vissa kroniska sjukdomar som hjärt- och kärlsjukdomar, cancer, diabetes och Alzheimers (Block *et al.*, 1992; Hertog *et al.*, 1993). Det är allmänt känt att kost rik på fiber och antioxidanter är bra för människans hälsa och välbefinnande (Sungsoo, Dreher, 2009). Speciellt polyfenoler, har föreslagits vara ansvariga för de hälsosamma effekterna av sådana dieter (Hertog *et al.*, 1993).

Tydliga antioxidativa effekter av äppleextrakt har visats i experiment av Boyer *et al.* (2004) och Leontowicz *et al.*, (2002). Bakade produkter, som bröd och kakor konsumeras i stor mängd av befolkningen i alla åldrar och det finns definitivt flera sätt att förbättra dess kalori-



och näringsinnehåll. Växtfibrer är kända ingredienser till många produkter, vilket hjälper att minska kaloriinnehåll och ger en ökad mättnadskänsla.

Fiberrika livsmedel såsom rotfrukter och frukt, till exempel morötter och äpple, kan med fördel tillsättas för att förbättra näringsinnehåll och smakupplevelse i bakverk som bröd och kakor. Äppelfibrer eller torkat äppelpulver har dessutom fördelen att vara rikt på antioxidanter (Wojciechowicz *et al.*, 2009; Seker *et al.*, 2009; Joshi *et al.*, 2001). Man har även studerat hur olika fibrer inverkar på brödets konsistens och funnit att då man tillsätter äppelfibrer blir brödet kompaktare (Wojciechowicz *et al.*, 2009). Äppelfibrerna medför samtidigt att brödet blir saftigare.

### 3.2.2. Äppelpressmassa som djurfoder

Djurägare som tar emot pressmassa för att ge till sina djur vet inte riktigt vad pressmassan innehåller, eftersom det är så svårt att påverka eller kontrollera den. Då pressmassans kvalitet (tillsammans med övrigt foder) är direkt avgörande för djurens produktivitet, t.ex. mjölkproduktionen är detta naturligtvis en viktig osäkerhetsfaktor att ta hänsyn till. Djurägaren måste kunna lita på att han får en hög och jämn kvalitet på pressmassan.

Det vanligaste användningsområdet för pressmassan är som blött eller torrt djurfoder. Det finns många framgångsrika exempel på hur detta tillämpas världen över. Till exempel rapporteras det att användning av äppelpressmassa som foder till lamm förbättrat många eftersträlvade egenskaper hos djuren, som till exempel daglig tillväxt (Karami *et al.*, 1996). Det visade sig att både torkad äppelpressmassa och ensilerad pressmassan hade en positiv effekt för lammets tillväxt och köttproduktion (Taasoli, Kafilzadeh, 2008).

Det har visats i flera studier att pressmassan som djurfoder är ett bra och kostnadseffektivt alternativ till de traditionella djurfodren (Karami *et al.*, 1996; Tiwari *et al.*, 2008). Det var ingen signifikant skillnad i mjölkningsresultat och mjölksammansättning hos kor om man utfordrade med en viss andel pressmassa jämfört med ingen pressmassa alls i djurfodret. Upp till 33 % av andelen majs i foder för mjölkkor kan bli ersatt med pressmassan. Nivån av SNF (eng. *solid not fat*) var högre i mjölken från kor som åt äppelpressmassan. SNF är förkortning för ”solids not fat” det är ingredienser i mjölk utom smörfet och vatten, dit hör olika ”whey” proteiner, kasein, laktos, vitaminer och mineraler. SNF spelar stor roll i mjölkens näringsvärde och smakupplevelsen av mjölk och har stor betydelse för användning av mjölk för till exempel glasstillverkning. Den påverkar glassens textur och ger tuggmotstånd och volym till glassen. Mjölk rik på SNF är mycket bättre alternativ än tillsatser med samma funktion.

Samma typ av ersättning av majs med äppelpressmassan i kalvfoder har visat positiva resultat (Tiwari *et al.*, 1994; Tiwari *et al.*, 2008). Samma gäller torkad pressmassan i foder till nötkreatur. Den höga andelen kolhydrater har inspirerat till försök att blanda in 12 % torkad pressmassa till foder till kor med gott resultat (Tiwari *et al.*, 1994).

### 3.2.3. Ensilerat djurfoder

Ensilage är djurfoder som framställs genom fermentering under en anaerob jäsningsprocess. Traditionellt används grönmassa från vallodling, men även majs. Ensilage är ett mer högvärdigt foder än hö. Inom mjölkproduktion är ensilage den vanligaste typen av grovfoder.

Med grovfoder menas att fodret är fiberrikt. Det finns några avgörande faktorer för framgångsrik ensilering:

- De rätta mikroorganismerna – mjölksyrabakterier
- Sockerinnehållet i massan som skall ensileras
- Massans buffertkapacitet

De rätta bakteriesorterna är en avgörande faktor för ensilering. Det är mjölksyrabakterier, vilka är fakultativt anaeroba, som är väsentligt element för framgångsrik ensilering. Fakultativ anaeroba betyder att bakterierna lever normalt i syrgasfria miljöer men växer även om syrgas finns. Mjölksyrabakterier kan delas in i två kategorier, homo- och heterofermentativa.

Homofermentativa bakterier: Några exempel på homofermentativa bakterier är *Lactobacillus plantarum* och *Pediococcus pentosaceus* (McDonald *et al.*, 2002) som är effektiva på att producera mjölksyra från hexoser (sockermolekyler med sex kolatomer, som till exempel glukos och fruktos).

Heterofermentativa bakterier: Några exempel på heterofermentativa bakterier är *Lactobacillus brevis*, *Leuconostoc mesenteroides* (McDonald *et al.*, 2002) och *Lactobacillus buchneri* (Pauly, 2010).

Heterofermentativa bakterier kan delas in i två olika grupper. Den ena gruppen producerar mjölk- och ättiksyra från pentoser (sockermolekyler med fem kolatomer, till exempel – arabinos och ribos). Den andra gruppen av heterofermentativa bakterier använder sig av hexoser, och producerar förutom mjölksyra även ättiksyra eller etanol (McDonald *et al.*, 2002).

### *Tillvägagångssätt för att ensilera pressmassa*

När pressmassa ensileras omvandlas sockret i massan av mjölksyrabakterierna till mjölksyra, vilket bidrar till en sänkning av pH-värdet. Det betyder att det är viktigt med massans buffringskapacitet. För massan med låg buffringskapacitet (som till exempel majs) behövs det relativt liten mängd av mjölksyra för att sänka pH till en nivå som är ogynnsam för andra bakterier (inte mjölksyrabakterier). Det ger som resultat ett stabilt och lågt pH-värde på kort tid. Detta hjälper till att undvika att andra, oönskade bakterier, kan överleva i massan. Genom att tillsätta pressmassa från sockerbetor kan man öka ensileringsförmågan hos pressmassan från äpple.

Det ska finnas tillräckligt med djur att utfodra i besättningen så att man får tillräckligt stort ensilageuttag per dag. Ensilage får inte ha kontakt med luften, och att den blir använd under relativt kort tid då den exponerats för luft. Enligt Pauly (2010) så sker den största förstörelsen av ensilaget under uttagningen när silon exponeras för luft. Andra viktiga faktorer är bredden på silon och uttagningshastigheten av ensilaget (McDonald *et al.*, 2002). Det finns olika lagringsmöjligheter för ensilage, t.ex. tornsilo, plansilo, slangar och balar.

Speciella ensileringsmedel som kan förbättra själva ensileringen, och dessa kan delas in i två grupper: fermentationsstimulerande medel och fermentationshämmande medel. Det förstnämnda medlet d.v.s. fermentationsstimulerande främjar mjölksyrabakterier. Det medlet består av enzymer, sockerrika material och mjölksyrabakterier. Den andra gruppen - fermentationshämmande medel minskar eller hämmar mikroorganismernas tillväxt. Ett exempel på fermentationshämmande medel är myrsyra.

Andra grupp av tillsatser vid ensilering vilka används för att öka stabilitet vid uttag av ensilaget. Några exempel på sådana medel är propionsyra, natriumbensoat, kaliumsorbat eller *Lactobacillus buchneri* (Driehuis *et al.*, 1999).

## 4. Praktisk del: intervjuer samt försök med äpple i bröd

### 4.1. Intervjuer med musterier

#### 4.1.1. Frågeställning

I intervjuer med äppelmusttillverkare tagits frågor om pressmassan upp. För att undersöka möjligheter för hantering av pressmassan behöver man kartlägga dels pressmassans mängd och dels form av bearbetning som krävs för en viss given produkt.

#### 4.1.2. Resultat

Sammanlagt genomfördes sex intervjuer med musterier. Det visade sig att det finns en stor mängd av pressmassa efter äppelmusttillverkning. Mängden av pressmassan varierar från 2 till 200 ton, beroende på företagets storlek. Den största del av pressmassan används som foder till kreatursbesättningar eller till vilt i skogar.

De flesta musterier upplevde inte pressmassan som något problem, p.g.a. etablerade kontakter med djurhållare eller gods i närheten som kan ta emot pressmassan som djurfoder. De flesta upplevde att det är lätt att hitta djuruppfödare som vill ta emot pressmassan. Det fanns även funderingar om att man skulle kunna torka äppelpressmassan och på så sätt kunna använda den som torrfoder till kor, hästar och till och med små husdjur hela året runt.

#### *Pressmassan till kreatursbesättning*

En av varianterna på utfodring med pressmassan går ut på att pressmassan samlas på ett släp, som är speciellt anpassat för ändamålet. På släpet transporterar man omgående pressmassan till djuren direkt efter pressning. Tidsaspekten är viktig här. För att pressmassan inte skall oxidera är det viktigt att djuren får pressmassan så fort som möjligt efter pressningen. Även kvaliteten på äpplena är viktig. De äppelmusttillverkare som har nära och bra förhållande med djuruppfödare är mycket måna om att hålla hög kvalitet på pressmassan som levereras till djuren. Detta innebär att man har rena ändamålsenliga transportmedel (släp) och att man levererar fortast möjligt till djuren. En intressant observation från en av äppelmusttillverkarna är att djuren genast kände igen ljudet från släpet då han kom med pressmassan. Äppelmusttillverkaren förklarade deras beteende med att djuren tyckte pressmassan var god att äta.

Ett av musterierna ger pressmassan huvudsakligen till vilt i ett stort närliggande skogsområde. De övriga fem musterierna ger pressmassan till får, kor och i mindre utsträckning till grisar. En sammanfattning av hur mycket pressmassa som producerades och vad det används till ges i tabell 3 nedan.

**Tabell 3.** Sammanfattning av resultatet av intervjuerna med musterier.

| <b>Musteri</b> | <b>Mängd pressmassa<br/>(ton per år)</b>  | <b>Huvudsakligt<br/>användningsområde</b> | <b>Funderingar om framtida<br/>lösningar</b>   |
|----------------|---|---|--|
| 1              | 2   | Kor                                       | Bra som det är   |
| 2              | 8   | Kor, vilt                                 | Bra som det är   |
| 3              | 50  | Kor, får, grisar                          | Torka, ny säljbar produkt  |
| 4              | 100 – 200                                 | Kor                                       | Torka, ny säljbar produkt  |
| 5              | 100 – 200, mycket<br>varierande över åren | Kor, får                                  | Samarbetar med Lunds Universitet<br>för att hitta lösning. Får ej bli<br>oxiderat och bli brunt. |
| 6              | 100                                       | Vilt                                      | Torka  |
| Summa          | 456                                       |   |  |

## **4.2. Användning av äpple i bröd**

För att utvärdera möjlighet till användning av pressmassan vid brödbakning genomfördes intervjuer med bagerier om intresset för att ta emot pressmassa, samt egna experiment med rivet äpple i bröd.

### **4.2.1. Resultat, intervjuer**

Sammanfattning av intervjuer med kvalitetsansvariga eller bagare presenteras i tabell 4. Frågorna kretsade runt erfarenheter av frukt/grönsaker i brödet.

Skogaholms och Carlshamns bageri tycker det är riskabelt att tillsätta pressmassa eftersom den snabbt oxideras och blir brunaktig, medan däremot Viktor Olofs bageri var intresserade att prova idén.

**Tabell 4.** Sammanfattning av resultatet av intervjuerna med bagerier.

| Bageri              | Erfarenhet av frukt/grönsaker i brödet   | Erfarenhet av äpple i brödet  | Åsikter om äpple i brödet  |
|---------------------|--|---|--|
| Skogaholms Bageri   | Tillverkar Lantbröd Morot, som innehåller 8 % rivna morötter plus morotskoncentrat, motsvarande 3,5 % morötter | Finns inte  | Den tros göra mörka inslag i brödet som påverkar konsumenterna negativt  |
| Carlshamns bageri   | Tillverkar Småbröd Havre & Morot, med riven morot (10 %)   | Finns inte  | De tror att det inte uppskattas av konsumenterna p.g.a. den mörka färgen.  |
| Viktor Olofs bageri | Det tillverkas bröd med olika frukt och grönsaker  | Man testade baka i stenugn med stora äppelbitar i brödet, men det blev inte populärt. | Det skulle vara intressant att prova igen. Det fanns fundering tidigare, men man kom aldrig till skott att börja tillverka i större mängder. |

Oxidering och färgändring upplevdes som ett stort hinder till användning av pressmassan av livsmedelsindustrin. För att se hur äpple (i detta fall – rivna äpple) uppför sig i brödet gjordes det försök med att baka bröd med rivna äpple i två olika sorters bröd.

#### 4.2.2. Försök med äpple i bröd

Den första delen av experimenten det vill säga äpplemassans exponering för luften har gett följande resultat. Då äpplemassan exponeras för syret i luften blir den brunfärgad om man inte skyddar den på något sätt. I experimentet studerades hur massa av rivna äpple från sorterna Jona Gold respektive Gala Must brunfärgades då den exponerades helt obehandlad i luft vid normal rumstemperatur och atmosfär.

Den andra delen av experimenten berörde användningen av äpplemassan i brödbakning.

Two olika typer av bröd bakades med äppelmassan: vanligt ljust bröd bakat på vetemjöl och s.k. finsk rågbröd på surdeg. Recepten kommer från bok "Bröd" av Hedh och Andersson. I varje variant av experimenten delades äppelmassan av rivna äpple i tre lika stora delar, av vilka en del blandades med degen med detsamma, den andra delen fick ligga och ha kontakt med luften och på sätt oxidera i 30 minuter, medan den tredje delen fick oxidera i 60 minuter.

Till 500 gram vanlig brödddeg gjord på vetemjöl tillsattes 100 gram färska rivna äpple av sorten Jona Gold. Pressmassan tillsattes på tre olika sätt: 1) omedelbart efter pressning, 2) efter 30 minuters exponering i luft, samt 3) efter 60-minuters exponering i luft vid rumstemperatur. Stjälkar och kärnhus sorterades bort. Skal och fruktkött revs på rivjärn och blandades in i degen. Därefter fick brödet jäsa och gräddas precis som vanligt. För att utvärdera smak och resultat gräddades även ett bröd utan pressmassa, och fick därmed vara ett slags referensbröd. De rivna äpplena utgjorde 17 % av degens vikt. Observera att de rivna äpplena även innehåller juice som delvis försvinner då brödet gräddas. Man kan anta att 17 % rivna äpple motsvarar cirka 9 % äppelpressmassa, som huvudsakligen utgörs av äppelfibrer. I litteraturen finner man att andra forskare experimentellt påvisat att det mest optimala med avseende på brödets textur är att tillsätta ungefär 5-10 % dietiska fibrer eller fibermaterial (Wojciechowicz, Gill, 2009). Brödet jästes samtidigt och bakades på samma plåt. Brödet bakades samtidigt under samma förutsättningar, dvs. samma temperatur och tid i ugnen. Samma experiment gjordes på rågbröd bakat på mörkare mjölsorter, huvudsakligen rågmjöl. För att undersöka brödets inre struktur skivades både det ljusa brödet och rågbrödet i skivor.

#### 4.2.3. Försök med äpple i bröd, resultat – brunfärgning av Jona Gold och Gala Must

Brunfärgning uppkom efter rivning av äpple, då pressmassan exponeras för syret i luften. I experimentet studerades hur rivna äpple från äppelsorterna Jona Gold respektive Gala Must brunfärgades då den exponerades helt obehandlad i luft vid normal rumstemperatur.

I figur 4-6 visas Jona Gold, medan figur 7-9 visar Gala Must då den är nyreven, efter 30 minuter i luft, respektive efter att ha varit exponerad för luftens syre i 60 minuter. Båda äppelsorterna färgas bruna och dessutom ökar brunfärgningen ju längre tid som går. Vid en jämförelse av bilderna nedan ser man att vid exponering av luftens syre under en given tid visar äppelsorten Gala Must (figur 7-9) störst brunfärgning trots att dess äppelmassa är något vitare direkt efter rivningen.



Figur 4 Jona Gold utan oxidering.

Figur 5 Jona Gold efter 30 min i luft. Figur 6 Jona Gold efter 60 min i luft.

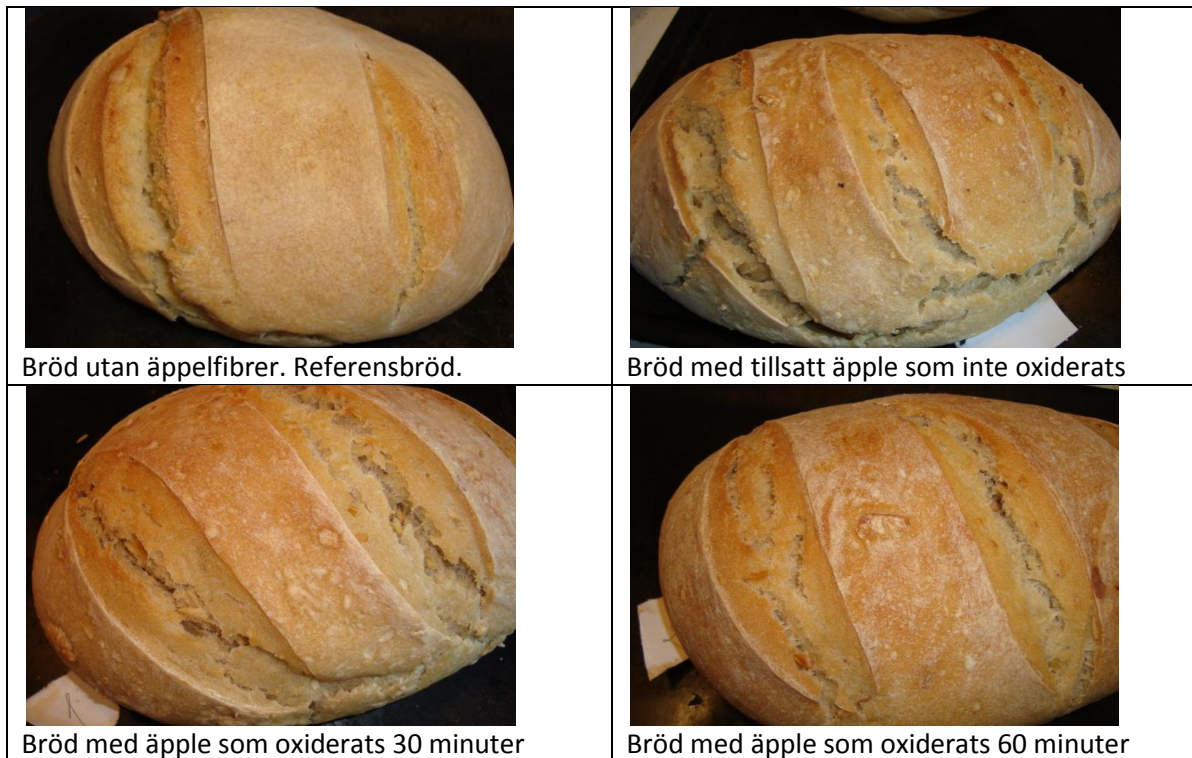


Figur 7 Gala Must utan oxidering. Figur 8 Gala Must efter 30 min oxidering. Figur 9 Gala Must efter 60min oxidering.



#### 4.2.4. Resultat – ljust bröd

Nedanstående bilder visar hur det ljusa brödets färg och form påverkas då degen tillsätts med äppelmassa. De tre bröden med tillsatt äppelmassa fick grövre sprickor i skorpan, har en grövre textur och ser samtidigt glansigare ut, medan referensbrödet utan äppelfibrer har en jämnare, men mattare yta. Jämför man bröden med tillsatta äppelfibrer som oxiderats olika länge ser man ingen skillnad i brödskorpan färg, form eller struktur.



Figur 10. Ljust bröd som bakats huvudsakligen på vetemjöl (överst t.v.). Övriga har 9 % tillsatt äppelfibrer.

För att undersöka brödets inre struktur skivades det upp i skivor. Man ser att brödet bakat utgående från äppelmassa som oxiderats uppvisar mörkare partier, som är mörkare ju längre det oxiderats. Bröd med tillsatt äppelmassa fick en sötare smak och var dessutom saftigare i jämförelse med referensbrödet utan äppelmassa.

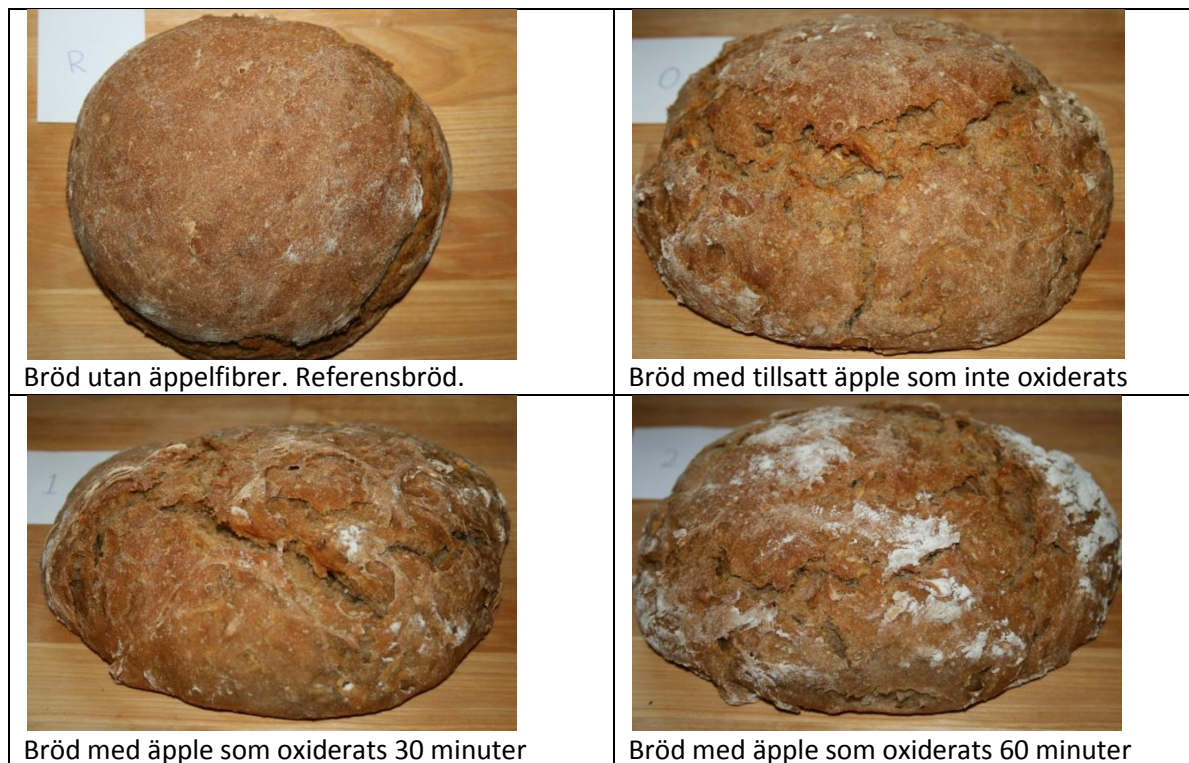


Figur 11. Skivor av ljust bröd

Utan markering = Referensbröd utan äppelmassa  
0 = Bröd med äppelmassa; utan oxidering  
1 = Bröd med äppelmassa; 30 min oxidering  
2 = Bröd med äppelmassa; 60 min oxidering

#### 4.2.5. Resultat – rågröd

Nedanstående bilder visar hur rågrödets färg och form påverkas då degen tillsätts med äppelmassa som blivit oxiderat vid 30 respektive 60 minuter jämfört med bröd som inte har rivna äpple, samt det fall då där äppelmassan tillsätts direkt i degen utan mellanliggande oxidering.



Figur 12. Rågröd, som bakats huvudsakligen på rågmjöl (överst t.v.). Övriga har 9 % tillsatt äppelfibrer.

Rågröd med tillsatt pressmassa blev fuktigare i konsistensen, fick sötare smak och blev kompaktare än referensbrödet. Den största skillnaden mellan bröd med och utan tillsatt äppelmassan är i höjden på brödet. Brödet får sin höjd som resultatet av jäsningsen och gräddningen och vad som då händer i brödet. Bröd med tillsatt äppelmassan höjde sig inte lika mycket som referensbrödet utan äppeltillsatser. Om brödet inte höjer sig blir det kompaktare.



Figur 13 Skivor av rågröd

R = Referens bröd ; utan äppelmassa

0 = Bröd med äppelmassa; utan oxidering

1 = Bröd med äppelmassa; 30 min oxidering

2 = Bröd med äppelmassa; 60 min oxidering

## 5. Diskussion

Pressmassan, som blir kvar då man pressar ut äppeljuice från äpplen, kan användas till en rad olika ändamål. Men det gäller att ha de rätta förutsättningarna för att satsa på rätt applikation. I det följande diskuteras vad som gör vissa biprodukter intressantare än andra för just de sydsvenska musterierna.

### 5.1. Lämpliga biprodukter från pressmassa i Sydsverige

Den sydsvenska äppelpressmassans mest lämpliga applikation beror bland annat på musteriets storlek. Små musterier, som har en god kontakt med en lokal djurhållare, kan med fördel leverera nypressad äppelpressmassa som djurfoder. Samspelet mellan djurhållare och musterier och hur väl dessa kan samarbeta är viktigt för att pressmassan skall fungera bra som djurfoder. Begränsningen är förstås hur mycket pressmassa som djuren bör utfodras med. Om musteriet pressar lite större mängder än de lokala djurskötarna kan ta emot kan det vara fördelaktigt att ensilera pressmassan för att på så sätt kunna fördela utfodringen jämnt under hela eller större delen av året. Genom att torka pressmassan förenklas leveranserna och man kan utöka det geografiska leveransområdet och därmed antalet djurhållare som kan förses med pressmassa. Problemet är att detta medför stora kostnader. Dessutom sker en oxidering och därmed en viss kvalitetsförsämring av pressmassan då man torkar den. Sammantaget är djurfoder en lämplig biprodukt eftersom de sydsvenska musterierna är relativt små och har ett väl fungerande samarbete med lokala djurhållare.

En biprodukt med högt förädlingsvärde är pektin, som kan utvinnas från äppelpressmassan i tekniskt avancerade anläggningar (Kennedy, 1999). Dessa anläggningar måste vara mycket stora för att uppnå god lönsamhet, och är därför framför allt intressant för stora musterier. Även kompostering för utvinning av olika typer av bränsle (t.ex. etanol) kräver stora anläggningar. För mellanstora musterier med en årlig produktion av ca 50-500 ton pressmassa kan det därför vara svårt att komma vidare och hitta någon lösning som inte kräver alltför stora investeringar. Pektin- och etanoltillverkning är alltså inte lönsamt för de sydsvenska musterierna eftersom dessa har för liten årlig produktion av pressmassa.

En annan biprodukt med högt förädlingsvärde är att använda pressmassan direkt efter pressning som tillsats vid brödbakning. Detta kräver dock att pressmassan omhändertas och används till brödbakning inom en mycket kort tidsperiod från det att äpplena pressas. Ju snabbare desto bättre. En intressant lösning på denna problematik vore ett integrerat bageri - musterier. Detta finns inte idag, men skulle utan större investering kunna bli verklighet. Det skulle finnas flera fördelar med att ha bageriet och musteriet i samma lokaler, men framför allt är det viktigt att musteriets ägare förstår hur viktigt det är att äppelpressmassan håller en hög och jämn kvalitet för att ge ett bra bröd. Närheten mellan pressning och brödbakning är också mycket viktig så att pressmassan inte hinner oxidera och sedan bilda bruna fläckar i brödet.

Det finns stora möjligheter att få avsättning för hela Sydsveriges äppelpressmasseproduktion i brödbakning. Det produceras årligen ca 400-500 ton pressmassa i de sydsvenska musterierna. Om man till brödets deg vid brödbakning tillsätter 10% äppelpressmassa skulle denna



pressmassa räcka till ca 5000 ton bröd. Detta kan jämföras med att man enbart vid Skogaholms bagerier årligen producerar 70.000 ton bröd.

Hur väl lämpar sig pressmassan till bröd beaktat dess näringsinnehåll? Pressmassa innehåller huvudsakligen kolhydrater i form av fibrer. Dessa påverkas inte av temperaturen då brödet gräddas, varför pressmassan lämpar sig bra som tillsats vid brödbakning. På så sätt utnyttjar man äpplets näringsinnehåll väl, eftersom de temperaturkänsliga vitaminerna huvudsakligen följer med juicen då denna pressas ur äpplet. De fibrer som finns i äppelpressmassan gör att brödets näringsinnehåll kompletteras och blir mer fullständigt. Dessutom är dessa fibrer en typ av långsamma kolhydrater som ger energi under lång tid. Speciellt rågbröd blandat med pressmassa har stor andel långsamma kolhydrater. Att äta kost med en stor andel långsamma kolhydrater har den positiva konsekvensen att blodsockernivån hålls på en jämn och lagom hög nivå under en lång tid. Rent praktiskt innebär det att kroppen får lagom mycket energi under en lång tid och man kan därmed undvika eventuella energitoppar.

### 5.2. Pressmassa i livsmedelsproduktion

Det är mycket fibrer och mineraler som inte följer med juicen och som stannar kvar i pressmassan. Havre och kli av olika slag är de mest använda växtfibrer som används för att förbättra hälsostatus av bakade produkter. Äppelpressmassan jämfört med dessa traditionella fibrer innehåller även antioxidanter. Äppelpressmassans avsaknad av fytinsyra (eng. *phytic acid*) förbättrar upptaget av mineraler som till exempel zink.

Under intervjuer med bagerier märktes tydligt åsikter om att svårigheter fanns att använda pressmassan till bakning, på grund av rädsla för missfärgning eller brunaktig färgändring. Det bör dock påpekas att de bagerier som hade denna åsikt aldrig provat att använda äpple eller äppelpressmassa i sina produkter. Ett bageri hade testat att lägga i äpple, men då som stora äppelbitar, vilket troligen inte är det optimala. En bättre lösning kan vara att finfördela äppelmassan i degen så att det blir en jämnare struktur i brödet.

Observera att de rivna äpplena även innehåller juice som delvis försvinner då brödet gräddas. Man kan anta att 17% rivna äpple motsvarar cirka 9% äppelpressmassa, som huvudsakligen utgörs av äppelfibrer. I litteraturen finner man att andra forskare experimentellt påvisat att det mest optimala med avseende på brödets textur är att tillsätta ungefär 5-10% dietiska fibrer eller fibermaterial (Wojciechowicz *et al.*, 2009).

### 5.3. Ensilerad pressmassa som djurfoder

Ensilage från pressmassa är ett högennergifoder (kraftfoder), och dess låga proteinhalt gör att proteinkomplement kommer att behövas till växande nötkreatur och mjölkkor.

Vitamin och mineralbehovet, framför allt A-vitamin, D-vitamin och E-vitamin bör uppmärksammas. Det beror helt och hållet på vilket djur som kommer utfodras och i vilken stadium av utveckling den befinner sig vid utfodrings tillfälle. Behovet kommer att variera avsevärt beroende på djurets vikt och ålder samt vilket foder som ges som komplement till pressmassans ensilage. Det kan dock krävas ytterligare studier för att kartlägga olika svamparter som kan finnas i äppelpressmassan som ensileras.

#### 5.4. Pressmassa som torkat djurfoder

Flera avusterierna var intresserade av att torka äppelpressmassan. Fördelen om man kan göra det på ett bra sätt är att man underlättar lagringen och kan därmed utöka den eventuella kundkretsen både vad gäller det rent geografiska området det finns större möjligheter att transportera den torkade pressmassan, och då även mindre djurbesättningar kan komma ifråga. Därmed kan man tänka sig att ge mindre mängder t.ex. i form av säckar eller påsar till hästar, grisar, får, getter, minigrisar, fjäderfä, och även till husdjur, t.ex. kaniner och marsvin. I varmare länder, där man kan utnyttja solen för att torka mindre mängder äppelpressmassa är detta inte något problem, men i vår del av världen innebär torkningen att det åtgår stora mängder energi, vilket fördyrar produkten. För att den då skall vara ekonomiskt lönsam måste man kunna höja kilopriset, vilket kanske är möjligt i en del fall beroende på vilket djur som skall fodras.

### 6. Slutsatser

- De flesta Sydsvenskausterierna anser inte att det är något större problem att göra sig av med äppelpressmassan, eftersom de flesta kan ge bort det som djurfoder. Men eftersom de inte heller får betalt för sin pressmassa så ser man inte heller det som någon tillgång.
- Huvuddelen avusterierna, undantaget de allra minsta, anser att det bör gå att utnyttja pressmassan effektivare. Man tror mycket på att torka den.
- De mindreusterierna kommer troligen att se en god ekonomi i att fortsätta leverera fräsch äppelpressmassa till närbelägna gårdar med behov av djurfoder.
- För deusterier som har något större produktion av äppelpressmassa än vad de lokala gårdarna kan ta emot under äpplesäsongen kan det vara intressant att ensilera äppelpressmassan för att fördela utfodringen jämnt över året.
- De medelstorausterierna bör på sikt kunna använda pressmassan i livsmedelsindustrin, t.ex. vid brödbakning.
- Övervägande delen av äppelpressmassan innehåller långsamma kolhydrater som ger ett saftigt bröd med förlängd mättnadskänsla. Därmed är äppelpressmassa en näringsrik tillsats i t.ex. rågbröd. Om äppelpressmassan tillsätts i degen direkt efter pressning undviker man den enzymatiska brunfärgningen av äppelpressmassan.

## 7. Referenser

1. Abe, K; Kushibiki, T; Matsue, H. 2007 Generation of antitumor active neutral medium-sized alpha-glycan in apple vinegar fermentation. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 71, 2124-2129.
2. Andrew L. G. H. 1989 Cider vinegar. pp. 279 – 30. In *Processed Apple Products* Ed. By Donald I. Downing. 1989. Published by Van Nostrand Reinhold.
3. Bhushan S., Joshi V K 2006 Baker's yeast production under fed batch culture from apple pomace. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 65, 72 – 76.
4. Bhushan S., Kalia K., Sharma M., Singh B and. Ahuja P.S, 2008 Processing of apple pomace for bioactive molecules. *Critical Reviews in Biotechnology*, 28, 285–296.
5. Block G., Patterson B. and Subar A., 1992 Fruit, vegetables, and cancer prevention: A review of the epidemiological evidence. *Nutrition and Cancer* 18 (1), 1–29.
6. Boyer, D. Brown and R.H. Liu 2004 Uptake of quercetin and quercetin 3-glucoside from whole onion and apple peel extracts by Caco-2 cell monolayers, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52 (23), 7172–7179.
7. Carson, K. J., Collins, J. L., & Penfield, M. P. 1994 Unrefined, dried apple pomace as a potential food ingredient. *Journal of Food Science*, 59, 1213-1215.
8. Ćetković G., J. Čanadanović-Brunet, S. Djilas, S. Savatović, A. Mandić and V. Tumbas 2008 Assessment of polyphenolic content and in vitro antiradical characteristics of apple pomace. *Food Chemistry*, 109 (2), 340–347.
9. Dong Guo-qing, Li Jian-jun, Lu Tao, Guan Dan 2008 Study on the processing techniques of an apple vinegar drink. : *Modern Food Science and Technology*. 24 (9), 917-920.
10. Downing D. 1989. *Processed Apple Products*. Published by Van Nostrand Reinhold. 448 p.
11. Driehuis, F., Oude Elferink, S. J. W. H. & Spoelstra, S. F. 1999. Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. *Journal of Applied Microbiology* 87 (4), 583–594.
12. FAS/USDA Horticultural & Tropical Products Division. 2005. *World Apple Juice Situation: Global Apple Juice Production*.
13. Foo L.Y. , Lu Y. 1999 Isolation and identification of procyanidins in apple pomace. *Food Chemistry* 64 (4), 511–518.
14. Furia T. E. 1980. *CRC handbook of food additives: 1980*. - ISBN 0-8493-0543-8, Vol.1, p. 71.
15. Hang Y. D. 1987. Production of fuels and chemicals from apple pomace. *Food Technology*, 41, 115-117.
16. Hedh J., Andersson K. 2004 *Bröd*. Prisma. 240 s.
17. Hertog M.G., Feskens E.J., Hollman P.C., Katan M.B. and Kromhout D. 1993 Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: The Zutphen elderly study. *Lancet* 342 (8878), 1007–1011.
18. Hui, Y.H., Barta J., Cano P.M., Cusek M. 2006 *Handbook of fruits and fruit processing*. Blackwell Publishing.

19. Jarvis, D.C. 1960 Questions asked about apple cider vinegar. "Athritic and Folk of Medicine" Chapter 20, Galahand Books, New York, 150 – 157.
20. Jiang Zhao, Yan-wei Cheng 2006 Study on the optimal fermentation conditions of the vinegar producing with apple pomace. Journal of Henan University of Technology Natural Science Edition. 27, (2), 51-53, 59.
21. Joshi, V. K.; Devender Attri 2006 Solid state fermentation of apple pomace for the production of value added products. Natural Product Radiance. 5, (4), 289-296.
22. Joshi VK, Kaushal NK 2001 Effect of apple pomace addition on the characteristics of bread and leavening activity of yeast. National Academy Science Letters. 24, (1-2).118 – 123.
23. Joshi , Sharma Somesh 2009 Cider Vinegar: Microbiology, Technology and Quality. Chapter in the book Vinegars of the world. Ed. By Lisa Solieri, Paolo Guidici. 197-207.
24. Karami, M., Ghorbani G.H., Fazaeli H. 1996. Replacement of alfalfa by ensiled apple pomace in the ration of Bahktriari male lambs. First Animal Nutrition Congress in Iran. Karaj, Iran.
25. Kennedy, M. J. 1994 Apple pomace and kiwifruit: Processing options. Australasian Biotechnology, 4, 43-49.
26. Kennedy, M., List, D., Lu, Y., Foo, L. Y., Newman, R. H., Sims, I. M., Bain, P. J. S., Hamilton, B. & Fenton, G. 1999 Apple pomace and products derived from apple pomace: uses, composition and analysis. In H.-F. Linskens & J. E. Jackson, Modern methods of plant analysis, Vol. 20, Analysis of plant waste materials (pp. 75-119). Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
27. Leontowicz et al., H. Leontowicz, S. Gorinstein, A. Lojek, M. Leontowicz, Z.M. Ci and R. Soliva-Fortuny 2002 Comparative content of some bioactive compounds in apples, peaches and pears and their influence on lipids and antioxidant capacity in rats, Journal of Nutritional Biochemistry, 13 (10) , 603–610.
28. Linskens H.F., Jackson J.F. Modern methods of plant analysis, Vol. 20, Analysis of plant waste materials. 1999. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag. 219 p.
29. Lu Y. , Foo L.Y. 1997 Identification and quantification of major polyphenols in apple pomace, Food Chemistry, 59 (2), 187–194.
30. Lu Y. , Foo L.Y. 2000 Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace and vegetables. Food Chemistry, 68 (1) , 81–85.
31. Masoodi F.A., Bhawana Sharma, Chauhan G.S., 2002 Use of apple pomace as a source of dietary fiber in cakes. Plant Foods for Human Nutrition, 57, 121–128.
32. Masoodi F.A., Chauhan G.S. Use of apple pomace as a source of dietary fiber in wheat bread. 2007. Journal of Food Processing and Preservation. 22, (4), 255 – 263.
33. McDonald, P., Edwards. R.A., Greenhalgh, J.F.D. & Morgan, C.A. 2002. *Animal Nutrition*, 517, 520, 525-526. 6th edition. Edinburgh, Pearson Education Limited.
34. Pauly, T. Maj 2010. *intervju*. Forskare, Sveriges lantbruksuniversitet.
35. Seker IT., Ozboy-Ozbas O., Gokbulut, Ozturk, S., Koksel, H 2009 Effects of Fiber-rich Apple and Apricot Powders on Cookie Quality. Food science and biotechnology. 18, (4), 948-953
36. Solieri L, Guidici P. 2009 Vinegars of the world. Published by Springer. ISBN: 978-88-470-0865-6. 300 p.

37. Statistiska meddelanden HA 24 SM 0901.2008. Sveriges officiella statistik. Livsmedelsförsäljningsstatistik 2008. Livsmedelsförsäljningen inom detaljhandeln. S s. 1 - 66.
38. Statistiska meddelanden JO 33 SM 0901. 2008 Sveriges officiella statistik. Trädgårdsproduktion 8.d. Odlingsareal av frukt på friland 2008 (äpple), hektar. Län. S. 32.
39. Stoker S. H. General, Organic and Biological Chemistry Fourth edition 2007 by Houghton Mifflin Co . 814 p.
40. Suáreza, Belén, Álvarezb, Ángel L., Diñeiro Garcíaa, Yolanda, del Barriob, Gloria, Picinelli Loba, Anna, and Parrac, Francisco 2009 Phenolic profiles, antioxidant activity and in vitro antiviral properties of apple pomace. Food chemistry [0308-8146] 120, (1), 339 -342.
41. Sungsoo Cho S., Dreher M. 2001 Handbook on dietary fiber. Marcel Dekker, Inc. New York. Basel. ISBN: 0-8247-8960-1 869 p.
42. Taasoli G., Kafilzadeh F. 2008 Effects of dried ensiled apple pomace from puree making on performance of finishing lambs. Pakistan Journal of Biological science 11 (2), 294- 297.
43. Thaker E. 1995 Boken om Vinäger. Willow Tree Press. 64 p.
44. Tiwari S P, Narang M P, Dubey M 2008 Effect of feeding apple pomace on milk yield and milk composition in crossbred (Red Sindhi x Jersey) cow. Livestock Research for Rural Development 20 (4), 293-297.
45. Tiwari S P, Narang M P , Kumar Naresh 1994 Incorporation of apple pomace in the ration of cross bred calves. Indian Journal of Dairy Science 48 (4), 274-276.
46. Wojciechowicz A., Gill Z. 2009 Quality of wheat bread containing different types of dietary fibre. Żywnosc-Nauka Technologia Jakosc. 16, (6), 102-111.
47. Zhang JuShang; Zhang WenJun; Lei Ping; Sun YueYing; Yang XinWen; Zhang Hui: 2009 Study on vinegar-brewing with apple squeezing residue. China Condiment, 1, 69-71



## Bilaga

**Bilaga 1. Innehåll av pressmassa enligt Bhushan (Bhushan et al., 2008)**

| <i>Constituent s</i>   | <i>Composition<br/>(dry weight basis)</i> | <i>Constituents</i>                                     | <i>Composition<br/>(dry weight basis)</i> |
|------------------------|---|---|---|
| Moisture (%)           | 3.90–10.80                                | <b>Alcohol-soluble fraction<br/>of carbohydrate</b>     |   |
| Protein (%)            | 2.94–5.67                                 | Saccharose (%)  | 3.80–5.80                                 |
| Total carbohydrate (%) | 48.0–62.0                                 | Glucose (%)   | 19.50–19.70                               |
| Fibre (%)              | 4.70–51.10                                | Fructose (%)  | 48.30                                     |
| Insoluble fibre        | 36.50                                     | Xylose, mannose and<br>galactose (%)                    | 1.20–4.40                                 |
| Soluble fibre          | 14.60                                     | L-malic acid (%)  | 2.60–3.20                                 |
| Fat (ether extract, %) | 1.20–3.90                                 | Arabinose and rhamnose<br>(%)                           | 7.90–6.0                                  |
| Pectin (%)             | 3.50–14.32                                | Glucooligosaccharides (%)                               | 3.40–3.80                                 |
| Ash (%)                | 0.50–6.10                                 | Xylooligosaccharides (%)                                | 3.0–3.70                                  |
| <b>Minerals</b>        |   | Arabinoooligosaccharides<br>(%)                         | 0.20–0.40                                 |
| Phosphorus (%)         | 0.07–0.076                                | Uronic acid (%)   | 2.70–3.40                                 |
| Potassium (%)          | 0.43–0.95                                 | <b>Alcohol-insoluble fraction<br/>of carbohydrate</b>   |   |
| Calcium (%)            | 0.06–0.10                                 | Glucan (%)  | 41.90–42.90                               |
| Sodium (%)             | 0.20                                      | Starch (%)  | 14.40–17.10                               |
| Magnesium (%)          | 0.02–0.36                                 | Cellulose (%)   | 7.20–43.60                                |
| Copper (mg/kg)         | 1.10                                      | Polysaccharides of xylose,<br>mannose and galactose (%) | 13.0–13.90                                |
| Zinc (mg/kg)           | 15.00                                     | Polysaccharide of<br>arabinose and rhamnose<br>(%)      | 8.10–9.0                                  |
| Manganese (mg/kg)      | 3.96–9.00                                 | Acid detergent lignin (%)                               | 15.20–20.40                               |
| Iron (mg/kg)           | 31.80–38.30                               | Uronic acid (%)   | 15.3                                      |